

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-149567

(43)Date of publication of application : 02.06.1999

(51)Int.CI.

G06T 15/00

G06T 11/00

(21)Application number : 09-315655

(71)Applicant : NEC IC MICROCOMPUT SYST LTD

(22)Date of filing : 17.11.1997

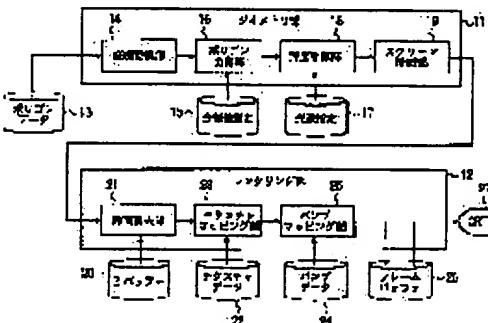
(72)Inventor : KAWASAKI TOMOYUKI

## (54) PICTURE PROCESSOR AND METHOD THEREFOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high speed picture processor suitable for real representation of a picture in as a simple circuit constitution as possible.

**SOLUTION:** A picture processor is provided with a coordinate converting means 14 for coordinate-converting a three-dimensional object approximated by a group of plural polygons, a polygon dividing means 16 for judging the state of each polygon based on the converted data from the coordinate converting means 14, and further dividing the polygon when the polygon fulfills a certain condition, a luminance calculating means 18 for calculating luminance of each vertex of the divided polygons in a state that the three-dimensional object is irradiated with a light, and a display control means for screen- displaying the three-dimensional picture according to picture information including the luminance data calculated by the luminance calculating means 18.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.11.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3179392

[Date of registration] 13.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-149567

(43) 公開日 平成11年(1999)6月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 T 15/00  
11/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/72

4 5 0 A  
3 5 0

審査請求 有 請求項の数 7 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平9-315655

(22) 出願日

平成9年(1997)11月17日

(71) 出願人 000232036

日本電気アイシーマイコンシステム株式会社  
神奈川県川崎市中原区小杉町1丁目403番53

(72) 発明者 川崎 智之

神奈川県川崎市中原区小杉町一丁目403番53日本電気アイシーマイコンシステム株式会社内

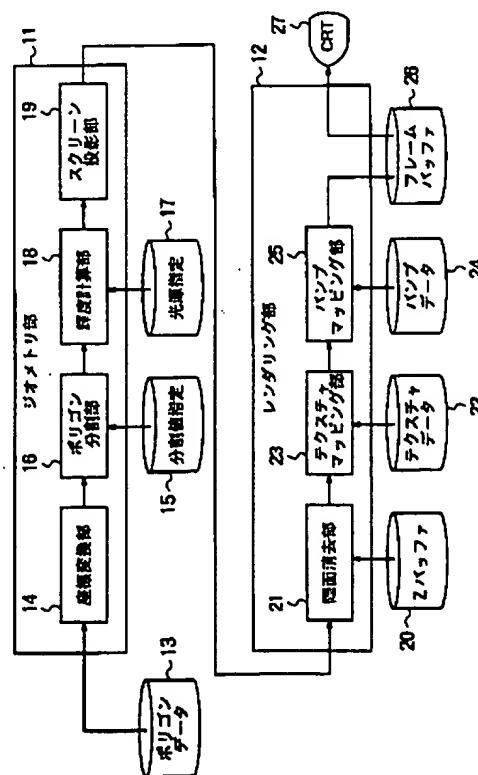
(74) 代理人 弁理士 稲垣 清

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 画像表現をリアルに且つ高速に処理することができ、しかもできるだけ簡単な回路構成から成る画像処理装置を提供する。

【解決手段】 画像処理装置は、複数のポリゴンの集合で近似した3次元物体を座標変換する座標変換手段14と、座標変換手段14からの変換データに基づいて各ポリゴンの状態を判定し、ポリゴンが一定条件を満たしたときに該ポリゴンを更に分割するポリゴン分割手段16と、3次元物体に光が照射された状態における前記分割ポリゴンの各頂点の輝度を算出する輝度算出手段18と、輝度算出手段14で算出された輝度データを含む画像情報を従って3次元画像を画面表示する表示制御手段とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のポリゴンの集合で近似した3次元物体を座標変換する座標変換手段と、前記座標変換手段からの変換データに基づいて各ポリゴンの状態を判定し、ポリゴンが一定条件を満たしたときに該ポリゴンを更に分割するポリゴン分割手段と、3次元物体に光が照射された状態における前記分割ポリゴンの各頂点の輝度を算出する輝度算出手段と、前記輝度算出手段で算出された輝度データを含む画像情報に従って3次元画像を画面表示する表示制御手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】前記表示制御手段は、拡大／縮小計算したバンプマッピングアドレスに対応するバンプデータを備えるバンプデータ格納部と、色データを含むテクスチャデータを備えるテクスチャデータ格納部と、前記分割ポリゴンの表面における各輝度、前記バンプデータ及びテクスチャデータに基づいて、ポリゴン表面におけるバンプを表現するデータを生成するデータ生成手段とを備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】前記ポリゴン分割手段は、ポリゴンの各辺の長さを所定の基準値と比較し、長さが該基準値を超えた場合に一定条件が満足したと判定することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】前記ポリゴン分割手段は、ポリゴンの各頂点が接する面における法線ベクトルを平均し、その平均単位法線ベクトル相互間の角度要素を算出して所定の基準値と比較し、角度要素が該基準値を超えた場合に一定条件が満足したと判定することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項5】前記表示制御手段が、ポリゴン分割を含む各種処理手順をプログラム化して記録した記録媒体を備え、前記座標変換手段、前記ポリゴン分割手段及び前記輝度算出手段が、前記記録媒体から読み込まれる処理プログラムに従って処理を実行することを特徴とする請求項1乃至4の内の何れか1項に記載の画像処理装置。

【請求項6】複数のポリゴンの集合で近似した3次元物体を座標変換する座標変換処理と、前記座標変換処理による変換データに基づいて各ポリゴンの状態を判定し、ポリゴンが一定条件を満たしたときに該ポリゴンを更に分割するポリゴン分割処理と、3次元物体に光が照射された状態における前記分割ポリゴンの各頂点の輝度を算出する輝度算出処理と、前記輝度算出処理で算出された輝度データを含む画像情報に従って3次元画像を画面表示する表示制御処理とを含むことを特徴とする画像処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像情報に従って

3次元画像を表示する画像処理装置及び画像処理方法に関する、特に、画像処理をリアルに且つ高速に行うことが可能な画像処理装置及び画像処理方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の3次元画像処理装置では、3次元画像を画面表示する際に、文献A S C I I . V o l . 1 9に記載されるグローチェーディング、或いはフォンシェーディングが行われる。グローチェーディングとは、後述する複数のポリゴンにおける各頂点の輝度を計算して求め、計算値をもとにポリゴン面における輝度を線形補間し、3次元図形情報（以下、ポリゴンデータと呼ぶ）内の各ピクセルにおける輝度を求める技法である。この技法では、各ポリゴンにおける微妙な輝度変化が表現できず、曲率が大きい3次元物体においては複数のポリゴンが相互に接する点が際だち、或いは、光の強さがポリゴンの面全体で混合されるため、ハイライトが不自然に見える。

【0003】また、フォンシェーディングとは、ポリゴンが平面であり、周辺ポリゴンの角度を考慮して本来あるべき曲面の状態を導き出し、ポリゴン内における各ピクセルの輝度を全て計算で求める技法である。この技法では、ポリゴン内の微妙な輝度変化は表現できるが、ピクセル毎に複雑な輝度計算が必要であるため、処理速度が遅い。ピクセル単位で行う輝度計算は負荷が重い処理であるため、高速動作を実現するには、輝度計算処理を複数並列して行う必要がある。従って、フォンシェーディングでは、回路規模がグローチェーディングより増大し、高速処理が要求されるテレビゲーム等には対処できず、ゲーム等では一般にグローチェーディング技法が用いられる。

【0004】ここで、ポリゴンに関して説明する。図9はポリゴンを説明するための模式図である。まず、入力されたマッピングパターンの解像度に対応した密度で、マッピングされるべき物体表面を分割する。この際に、例えばマッピングパターンにおける各画素の相対的凹凸の度合を表す値（Z値）に関する解像度が $4 \times 4$ であれば、物体表面を図9(a)に示すように $4 \times 4$ に分割する。分割された各領域における中央の点を内部頂点Tとし、各内部頂点Tの座標を、マッピングパターンのZ値の大きさに対応した値で移動させる。この際に、平面マッピングであれば平面に垂直な方向に内部頂点Tの座標を上下移動させ、曲面マッピングであれば曲面の曲率半径方向に内部頂点Tの座標を上下移動させて、(b)に示すような曲面を形成する。この曲面を多角形分割（特に三角形）に分割することによって形成される(c)の各三角形データPがポリゴンである。

【0005】ところで、コンピュータグラフィックスで設計や検討を行う際には、実際の物体の材質感を表現すること、つまり物体表面の微妙な凹凸感や色彩を表現することが要求される。物体表面の凹凸を表現する技法と

してディスプレースメントマッピングが知られているが、この技法では、凹凸を如何に付与するかという情報を得ることが難しい。

【0006】従来の画像処理装置が、特開平3-271877号公報に記載されている。該公報に記載の画像処理装置は、物体表面に所望の凹凸、色、或いは模様を付与して表示する装置であり、前記Z値を有するマッピング・パターンデータを備えている。画像処理装置では、Z値に従って各画素を持ち上げ又は押し下げるによって、3次元図形の表面に凹凸を付与し、マッピングパターンにおける各画素の色を色マッピング部で参照することによって、3次元図形の表面に色、或いは模様を付与する。しかし、凹凸を付与する処理が極めて複雑で、ポリゴン数も極端に増大するため、処理速度が遅い。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】例えば、上記公報に記載の画像処理装置をグローチェーディングで実現する際には、物体表面に凹凸を付与するディスプレースメントマッピング処理と、この処理によって増大するポリゴンの輝度計算処理とが、負荷を重くする。高速動作を実現するには、前述のように、ディスプレースメントマッピング及び輝度計算を複数並列して処理する必要がある。このため、回路規模がグローチェーディングに比較して大幅に増大する。

【0008】例えば、テレビゲーム等で用いられる3次元画像処理では、操作者のキー操作で入力される情報に対応して、物体をリアルに且つ違和感なくリアルタイムで動作させる必要がある。しかし、上記従来の画像処理装置の活用範囲は、グローチェーディング及びフォンシェーディング技法と同様に、処理速度が比較的問題視されない静止画等においてのみである。

【0009】本発明は、上記に鑑み、画像表現をリアルに且つ高速に処理することができ、しかもできるだけ簡素な回路構成から成る画像処理装置を提供することを目的とする。本発明は更に、画像表現をリアルに且つ高速に処理することができる画像処理方法を提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の画像処理装置は、複数のポリゴンの集合で近似した3次元物体を座標変換する座標変換手段と、前記座標変換手段からの変換データに基づいて各ポリゴンの状態を判定し、ポリゴンが一定条件を満たしたときに該ポリゴンを更に分割するポリゴン分割手段と、3次元物体に光が照射された状態における前記分割ポリゴンの各頂点の輝度を算出する輝度算出手段と、前記輝度算出手段で算出された輝度データを含む画像情報に従って3次元画像を画面表示する表示制御手段とを備えることを特徴とする。

【0011】本発明の画像処理装置では、ポリゴンが一

定条件を満たしたとき、即ちポリゴン内の輝度変化が大きい可能性があるときにのみポリゴンを細分化し、分割ポリゴンにおける各頂点の輝度計算を行い、算出された輝度データを含む画像情報に従って3次元画像を表示することができる。このため、リアルな画像表現を高速処理することができ、しかも該処理が実現可能な画像処理装置を、簡素な回路構成で得ることができる。

【0012】ここで、表示制御手段は、表示制御手段は、拡大／縮小計算したバンプマッピングアドレスに対応するバンプデータを備えるバンプデータ格納部と、色データを含むテクスチャデータを備えるテクスチャデータ格納部と、前記分割ポリゴンの表面における各輝度、前記バンプデータ及びテクスチャデータに基づいて、ポリゴン表面におけるバンプを表現するデータを生成するデータ生成手段とを備えることが好ましい。この場合、分割したポリゴン内におけるピクセルの輝度をバンプデータに従って揺らすことにより、微妙な輝度変化を表現することができる。

【0013】更に好ましくは、ポリゴン分割手段は、予め定められた基準値を有しており、ポリゴンの各辺の長さを該基準値と比較し、長さが基準値を超えた場合に一定条件が満足したと判定して、長さが基準値内に納まるまでポリゴンの分割を繰り返し行う。この場合、分割が必要なポリゴンを簡便に判定することができる。

【0014】或いは、これに代えて、ポリゴン分割手段は、予め定められた基準値を有しており、ポリゴンの各頂点が接する面における法線ベクトルを平均し、その平均単位法線ベクトル相互間の角度要素を算出して前記基準値と比較し、角度要素が基準値を超えた場合に一定条件が満足したと判定して、角度要素が基準値内に納まるまでポリゴンの分割を繰り返し行うことも好ましい態様である。この場合、分割が必要なポリゴンを簡便に判定することができる。

【0015】好適には、表示制御手段が、ポリゴン分割を含む各種処理手順をプログラム化して記録した記録媒体を備え、座標変換手段、ポリゴン分割手段及び輝度算出手段が、記録媒体から読み込まれる処理プログラムに従って処理を実行する。この場合、回路構成の一層の簡素化が可能になる。

【0016】また、本発明の画像処理方法は、複数のポリゴンの集合で近似した3次元物体を座標変換する座標変換処理と、前記座標変換処理による変換データに基づいて各ポリゴンの状態を判定し、ポリゴンが一定条件を満たしたときに該ポリゴンを更に分割するポリゴン分割処理と、3次元物体に光が照射された状態における前記分割ポリゴンの各頂点の輝度を算出する輝度算出処理と、前記輝度算出処理で算出された輝度データを含む画像情報に従って3次元画像を画面表示する表示制御処理とを含むことを特徴とする。

【0017】上記画像処理方法では、ポリゴン内の輝度

変化が大きい可能性があるときにのみポリゴンを細分化し、分割ポリゴンにおける各頂点で輝度計算を行い、算出輝度データを含む画像情報に従って3次元画像を表示するので、リアルな画像表現を高速処理することができる。

## 【0018】

【発明の実施の形態】図面を参照して本発明を更に詳細に説明する。図1は、本発明の第1実施形態例に係る画像処理装置を示すシステムブロック図である。画像処理装置は、ポリゴンの分割処理を基本とするジオメトリ部11と、バンプマッピング処理を基本とするレンダリング部12とを備える。バンプマッピングとは、対象となる物体（オブジェクト）の表面に凹凸感（バンプ）を与える技法であり、物体を凹凸させずにその凹凸情報を（バンプデータ）に従って法線ベクトルを揺らすことにより、単純な物体表面を凹凸形状に見せる。

【0019】ジオメトリ部11内の各処理について説明する。ジオメトリ部11は、座標変換部14、ポリゴン分割部16、輝度計算部18及びスクリーン投影部19を備える。

$$L_{nm} = \sqrt{(|X_n - X_m|)^2 + (|Y_n - Y_m|)^2 + (|Z_n - Z_m|)^2} \quad (nm=01, 12, 20) \quad \dots \dots (1)$$

## 【0023】式(1)における

$|X_n - X_m|, |Y_n - Y_m|, |Z_n - Z_m|$ は、各辺の長さのX, Y, Z成分を夫々表すが、計算が複雑であるため、式(1)を簡略化し、次式(2)に示す。

$$L_{nm} \equiv |X_n - X_m| \text{ or } |Y_n - Y_m| \text{ or } |Z_n - Z_m|$$

すように、X, Y, Z成分の内で一番長いものを、ポリゴンにおける各辺の長さとして選択する。

## 【0024】

## 【数2】

$$(nm=01, 12, 20) \quad \dots \dots (2)$$

【0025】また、空間座標をX, Y, Zとし、テクスチャマッピングアドレスの縦方向成分及び横方向成分を夫々U, Vとし、平均単位法線ベクトルのX, Y, Z成分を夫々Nx, Ny, Nzとし、ポリゴンにおける各頂点をPn(Xn, Yn, Zn, Un, Vn, Nx, Ny, Nz)(但し $n=0, 1, 2$ )とする。このと

$$A_{nm} = \frac{An - Am}{2} \quad (A=X, Y, Z, U, V, Nx, Ny, Nz, nm=01, 12, 20) \quad \dots \dots (3)$$

【0027】輝度計算部18は、3次元物体に光が照射された状態における分割ポリゴンの各頂点の輝度を算出する機能を有しており、ポリゴン分割部16から送られるポリゴンと光源指定17で指定された点光源（又は平行光源）との間の距離、及び、光源指定17で指定された法線ベクトルの角度から、ポリゴンにおける各頂点の輝度を算出する。スクリーン投影部19は、輝度計算部18で得られたポリゴンを、視点から見たスクリーンに投影する機能を有する。

【0028】次に、レンダリング部12内の各処理について説明する。レンダリング部12は、隠面消去部21、テクスチャマッピング部23、及びバンプマッピ

【0020】座標変換部14は、複数のポリゴンの集合で近似した3次元物体を座標変換する機能を有し、ポリゴンにおける各頂点のデータとしての3次元座標、平均単位法線ベクトル、及びテクスチャマッピングアドレスを有するポリゴンデータ13を入力し、回転、拡大、縮小或いは移動などの座標変換を実行する。ポリゴン分割部16は、座標変換部14から送られたポリゴンにおける各辺の長さを、分割値指定15で定義された基準値と比較して、各辺の長さが基準値内に納まるまでポリゴンの分割を繰り返す。

【0021】ここで、ポリゴン分割時に必要な計算式について説明する。図2はポリゴンの辺の長さを示す図である。空間座標を夫々X, Y, Zとし、ポリゴンの各頂点を夫々P0(X0, Y0, Z0), P1(X1, Y1, Z1), P2(X2, Y2, Z2)とするとき、ポリゴンにおける各辺の長さLn m（但し $n m=01, 12, 20$ ）は、次式(1)で求まる。

## 【0022】

## 【数1】

き、ポリゴン各辺の中点Pnm(Xnm, Ynm, Znm, Unm, Vnm, Nxm, Nym, Nznm)における各成分は、次式(3)で求まる。

## 【0026】

## 【数3】

$$(nm=01, 12, 20) \quad \dots \dots (2)$$

【0029】隠面消去部21は、視点から見えない画像部分を表示しないように制限する機能を備え、スクリーン座標、輝度及びテクスチャマッピングアドレスを有するポリゴンを、スクリーン投影部19から各頂点データとして入力し、各頂点データを補間してポリゴン内のデータ（以下、ピクセルデータと呼ぶ）を求める。隠面消去部21は更に、求めたピクセルデータのZ値を、Zバッファ20に格納されている以前のZ値と比較して、可視に関する値か否かを判定する。この結果、可視に関する値であればZバッファ20のZ値を更新してピクセルデータを有効にし、また、不可視に関する値であればそ

グ部25を備える。

【0029】隠面消去部21は、視点から見えない画像部分を表示しないように制限する機能を備え、スクリーン座標、輝度及びテクスチャマッピングアドレスを有するポリゴンを、スクリーン投影部19から各頂点データとして入力し、各頂点データを補間してポリゴン内のデータ（以下、ピクセルデータと呼ぶ）を求める。隠面消去部21は更に、求めたピクセルデータのZ値を、Zバッファ20に格納されている以前のZ値と比較して、可視に関する値か否かを判定する。この結果、可視に関する値であればZバッファ20のZ値を更新してピクセルデータを有効にし、また、不可視に関する値であればそ

のピクセルデータを破棄する。

【0030】テクスチャマッピング部23は、隠面消去部21を経由したピクセルデータのテクスチャマッピングアドレスに、対応するテクスチャデータ22を貼り付ける機能を有する。バンプマッピング部25は、バンプの拡大／縮小計算した後に、バンプマッピングアドレスに対応するバンプデータ24を読み取り、強弱計算して輝度を揺らす。

【0031】ここで、バンプマッピングに必要な計算式

$$Ub' = Ub \times Ubscale, Vb' = Vb \times Vbscale$$

..... (4)

【0033】バンプマッピングアドレスUb'，Vb'に対応するバンプデータをBumpとし、バンプの強弱率をBpとし、強弱計算後のバンプデータをBump'

$$Bump' = Bump \times Bp$$

【0035】バンプマッピング部25を経たピクセルデータは、フレームバッファ26に一旦格納された後に、CRT27に出力される。

【0036】次に、本実施形態例に係る画像処理装置の動作を説明する。図3は画像処理装置全体の動作を示すフローチャートである。まず、ステップS18で、各頂点のデータとして、3次元座標、平均単位法線ベクトル及びテクスチャマッピングアドレスを有するポリゴンを入力する。次いで、入力したポリゴンを座標変換し、ポリゴン内の輝度の変化量が大きい可能性があるときにポリゴンを更に分割する（ステップS19、S20）。

【0037】また、ステップS21で、ポリゴンと光源指定で指定された点光源（又は平行光源）との間の距離、及び法線ベクトルの角度の関係から、ポリゴンの各頂点の輝度を算出し、ステップS22で、視点から見たスクリーンにポリゴンを投影する。次いで、ステップS23では、ポリゴン内の各ピクセルデータにおけるZ値を、Zバッファ20に格納されるそれ以前のZ値と比較することによって可視か否かを判定する。この際に、可視であればZバッファ20におけるZ値を更新してピクセルデータを有効とし、不可視であればピクセルデータを破棄する。

【0038】次いで、ステップS24で、ピクセルデータにおけるテクスチャマッピングアドレスに、対応するテクスチャデータを貼り付け、ステップS25で、バンプデータを読み取ってピクセルの輝度を揺らし、フレームバッファ26に出力する（ステップS26）。更に、ステップS27では、ポリゴン内の全てのピクセル処理が終了したか否かを判定し、終了しなければステップS23に戻って処理を繰り返し、終了すればステップS28に進み、分割したポリゴン全ての処理が終了したか否かを判定する。この結果、終了しなければステップS21に戻って処理を繰り返し、そうでなければ処理を終了する。以上の各ステップでは、ステップS18～S23がポリゴン単位で処理され、ステップS24及びS25

について説明する。バンプマッピングアドレスの縦方向成分及び横方向成分を夫々Ub, Vbとし、バンプに対する拡大／縮小率のUb, Vb成分を夫々Ubscale, Vbscaleとし、出力するバンプマッピングアドレスをUb', Vb'とするとき、バンプの拡大／縮小計算は次式(4)で求まる。

【0032】

【数4】

とするとき、このバンプデータは次式(5)で求まる。

【0034】

【数5】

..... (5)

がピクセル単位で処理される。

【0039】ここで、ポリゴン分割処理を図4及び図5を参照して説明する。図4は、図3のステップS20におけるポリゴン分割時のサブルーチンを示すフローチャートである。図5はポリゴン分割時の具体例を示す模式図であり、(a)はポリゴンの3辺(L<sub>01</sub>, L<sub>12</sub>, L<sub>20</sub>)が全て規準値Lより大きい場合、(b)はポリゴンの辺L<sub>01</sub>, L<sub>12</sub>/L<sub>12</sub>, L<sub>20</sub>/L<sub>20</sub>, L<sub>01</sub>の内の2辺が規準値Lより大きいときのL<sub>20</sub>, L<sub>01</sub>>Lの場合、(c)はポリゴンの辺L<sub>01</sub>, L<sub>12</sub>, L<sub>20</sub>の内の1辺が規準値Lより大きいときのL<sub>12</sub>>Lの場合である。

【0040】まず、ステップS29では、3次元座標、平均単位法線ベクトル、及びテクスチャマッピングアドレスを各頂点のデータとして有するポリゴンを入力し、ステップS30で、ポリゴンの各辺の長さを算出する。次いで、ステップS31で、ポリゴンの各辺の長さと基準値Lとを比較し、3辺が全て基準値Lを超えていれば、ステップS32で、ポリゴンにおける3辺を夫々2等分して4分割（図5(a)）する。また、2辺のみが基準値Lを超えていれば、ステップS33で、ポリゴンにおける上記2辺を夫々2等分して3分割（図5(b)）する。更に、1辺のみが基準値Lを超えていれば、ステップS34で、ポリゴンにおける上記1辺を2等分してポリゴンを2分割（図5(c)）する。ステップS32～34は夫々、処理終了後にステップS30に戻り、ポリゴンの3辺全てが基準値L内に納まるまで処理を繰り返し実行する。

【0041】次に、バンプマッピング処理について説明する。図6は、図3のステップS25におけるバンプマッピングに関するサブルーチンを示すフローチャートである。

【0042】まず、ステップS35で、テクスチャマッピングアドレス及び輝度を入力し、ステップS36で、テクスチャマッピングに対応するテクスチャデータを読み取り、ステップS37で、テクスチャマッピングアド

レスからバンプマッピングアドレスに変換する。次いで、ステップS38で、バンプの拡大／縮小計算を実行し、ステップS39で、バンプマッピングアドレスに対応するバンプデータを読み取り、ステップS40で、バンプの強弱を計算する。更に、ステップS41で、輝度をバンプデータに従って揺らし、ステップS42で、テクスチャデータ（色データR,G,B）に輝度情報を掛け合わせる。

【0043】次に、第2実施形態例における画像処理装置について説明する。図7はポリゴンにおける各辺の状態を示す模式図である。本実施形態例における構成及び動作は、第1実施形態例におけるポリゴン分割部16以外は同様であるので、ここでは機能が異なるポリゴン分割部16に関してのみ説明する。

【0044】本実施形態例におけるポリゴン分割部16（図1参照）は、ポリゴン分割計算を第1実施形態例の場合と同様に行う。また、本実施形態例における動作

$$\sin(\alpha nm) = (N_{x n} \times N_{x m} + N_{y n} \times N_{y m} + N_{z n} \times N_{z m}) \quad (nm=01, 12, 20) \quad \dots \dots (6)$$

【0047】式(6)における $N_{x n} \times N_{x m}$ 、 $N_{y n} \times N_{y m}$ 、 $N_{z n} \times N_{z m}$ は夫々、X成分、Y成分、Z成分相互間における角度を表している。

【0048】一方、角度を求める方法ではないが、式(6)以外にも、法線ベクトルの各X、Y、Z成分相互

$$\sin(\alpha nm) \equiv |N_{x n} - N_{x m}| \text{ or } |N_{y n} - N_{y m}| \text{ or } |N_{z n} - N_{z m}| \quad (nm=01, 12, 20) \quad \dots \dots (7)$$

【0050】次に、第3実施形態例に係る画像処理装置について説明する。図8は、この画像処理装置のシステムブロック図である。

【0051】本画像処理装置は、演算処理部43を備えており、演算処理部43に、図1の画像処理装置と同様のポリゴンデータ13、分割値指定15、光源指定17、バンプデータ24、Zバッファ20、フレームバッファ26、テクスチャデータ22及びCRT27が接続される。演算処理部43には更に、ポリゴン分割を含むジオメトリ処理手順を処理プログラムとして記録した記録媒体44が接続される。記録媒体44は、磁気ディスク、半導体メモリ等から構成できる。

【0052】本画像処理装置は、記録媒体44から処理プログラムを演算処理部43に読み込んで、第1実施形態例におけるジオメトリ部11内の各処理部（14、16、18、19）、及びレンダリング部12内の各処理部（21、23、25）と同様の処理を実行する。

【0053】以上のように、第1～第3実施形態例における画像処理装置によると、大きめのポリゴンの中心に光源の光を照射した場合に、ポリゴンを分割してその各頂点の輝度計算を行うことにより、ポリゴン内の中心のみを明るくし、光源から離れるに従って暗くなるような画像表現ができる。これにより、従来のグローシェーディングに比較して画質が向上する。また、ポリゴン内の輝度変化が大きい可能性があるとき、即ち画質が低下す

は、第1実施形態例における辺の長さを、単位法線ベクトル間の角度に置き換えたものと同等である。すなわち、ポリゴン分割部16は、各頂点に接する面の法線ベクトルを平均して大きさを1とした平均単位法線ベクトルを入力し、平均単位法線ベクトル間の角度要素を算出して基準値と比較判定し、角度要素が基準値を超えていればポリゴンを更に分割し、基準値内に納まるまで分割を繰り返し行う。平均単位法線ベクトルは、座標変換部14（図1参照）で算出される。

【0045】ここで、ポリゴンの各頂点の平均単位法線ベクトル間の角度を求める計算式について説明する。ポリゴン各頂点の平均単位法線ベクトルを夫々 $N_{x n}$ 、 $N_{y n}$ 、 $N_{z n}$ とするとき、図7におけるポリゴンの各頂点の平均単位法線ベクトル間の角度 $\alpha nm$ （但し、 $n m = 01, 12, 20$ ）は次式(6)で求まる。

【0046】

【数6】

間の角度の大きさを算出し、最も大きい角度を選択して頂点間の角度とする次式(7)を用いることもできる。

【0049】

【数7】

$$\sin(\alpha nm) \equiv |N_{x n} - N_{x m}| \text{ or } |N_{y n} - N_{y m}| \text{ or } |N_{z n} - N_{z m}| \quad (nm=01, 12, 20) \quad \dots \dots (7)$$

る可能性があるときには、ポリゴンを細分化して各頂点で輝度計算できるので、従来のファンシェーディングに比較して、画質低下を招くことなく画像処理できる。更に、ピクセル毎の輝度計算が不要であり、分割したポリゴンにおける各頂点のみ計算すれば良いので、処理速度が大幅に向かう。

【0054】また、第1～第3実施形態例における画像処理装置では、従来のディスプレースメントマッピングに比較し、ポリゴン表面の輝度にバンプデータを掛け合わせるという単純計算式を通じだけで、バンプを表現できる。従って、計算処理が軽くなり、処理速度が大幅に向かう。

【0055】以上、本発明をその好適な実施形態例に基づいて説明したが、本発明の画像処理装置及び画像処理方法は、上記実施形態例にのみ限定されるものではなく、上記実施形態例から種々の修正及び変更を施した画像処理装置及び画像処理方法も、本発明の範囲に含まれる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、画像表現をリアルに且つ高速に処理することができ、しかもできるだけ簡単な回路構成から成る画像処理装置を得ることができ、また、画像表現をリアルに且つ高速に処理することができる画像処理方法を得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態例に係る画像処理装置を示すシステムブロック図である。

【図2】ポリゴンの各辺の長さを示す図である。

【図3】第1実施形態例に係る画像処理装置全体の動作を示すフローチャートである。

【図4】ポリゴンの分割手順を示すフローチャートである。

【図5】ポリゴンの分割の具体例を示す模式図であり、(a)はポリゴンの3辺が全て基準値より大きい場合、(b)はポリゴンの辺の内の2辺が基準値より大きい場合、(c)はポリゴンの辺の内の1辺が基準値より大きい場合を示す。

【図6】バンプマッピング処理を示すフローチャートである。

【図7】本発明の第2実施形態例におけるポリゴン各辺の状態を示す模式図である。

【図8】本発明の第3実施形態例に係る画像処理装置を示すシステムブロック図である。

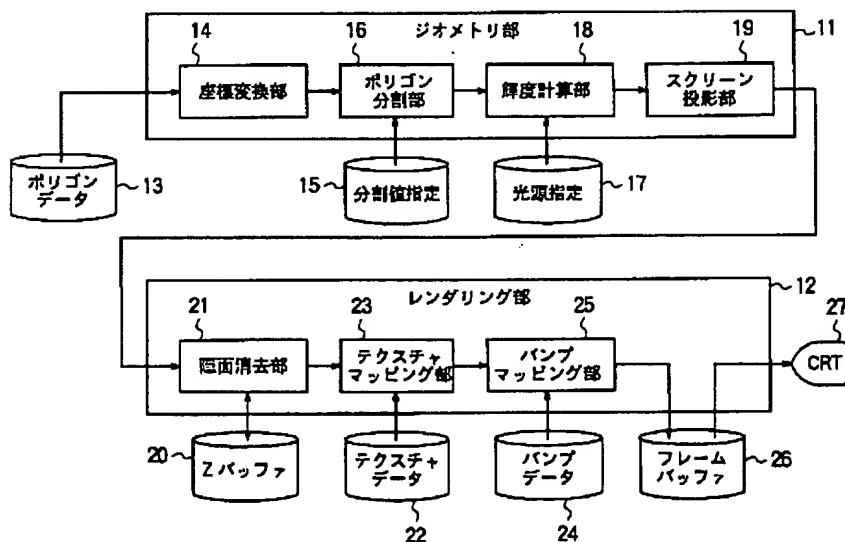
【図9】ポリゴンを説明するための模式図であり、(a)は物体表面を分割した状態、(b)は内部頂点の座標を移動させて曲面を形成した状態、(c)は曲面を三角形に分

割して多数のポリゴンを形成した状態を示す。

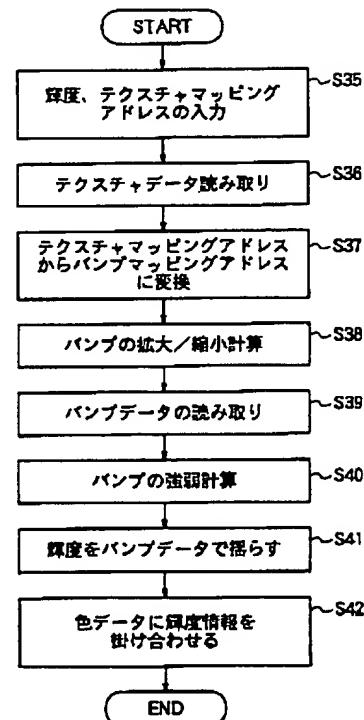
## 【符号の説明】

- 11 ジオメトリ部
- 12 レンダリング部
- 13 ポリゴンデータ
- 14 座標変換部
- 15 分割値指定
- 16 ポリゴン分割部
- 17 光源指定
- 18 輝度計算部
- 19 スクリーン投影部
- 20 Zバッファ
- 21 隠面消去部
- 22 テクスチャデータ
- 23 テクスチャマッピング部
- 24 バンプデータ
- 25 バンプマッピング部
- 26 フレームバッファ
- 27 CRT
- 43 演算処理部
- 44 記録媒体

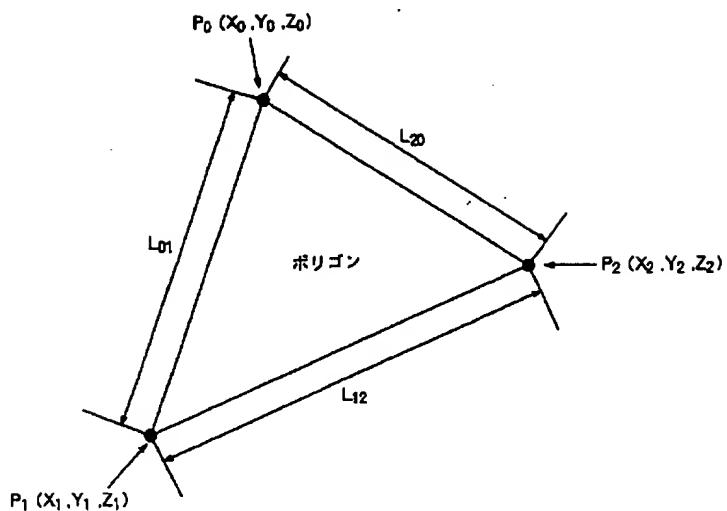
【図1】



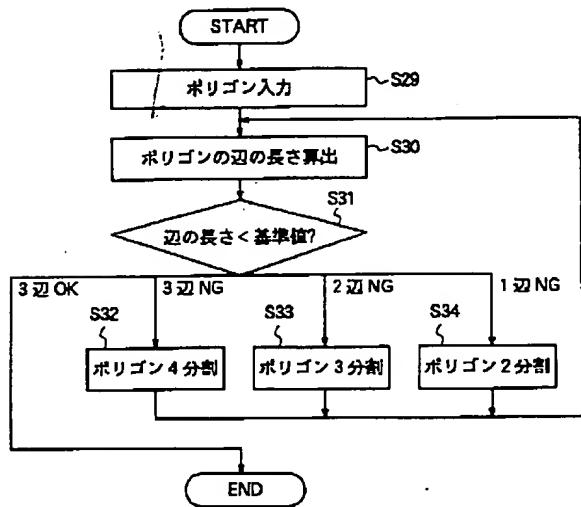
【図6】



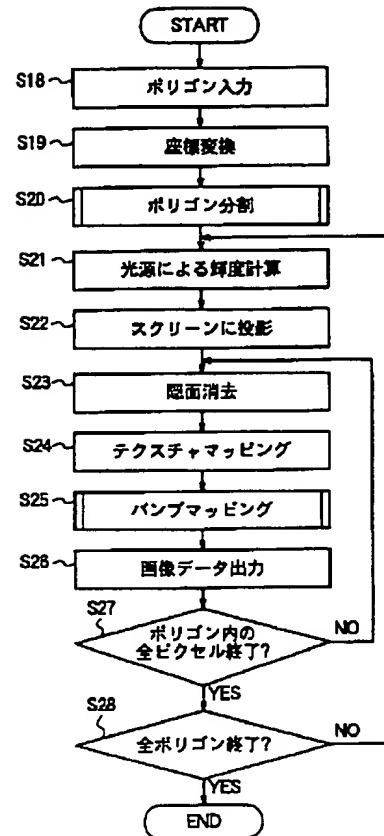
【図2】



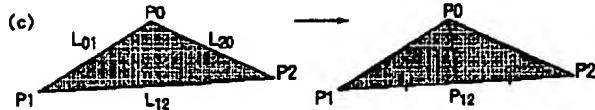
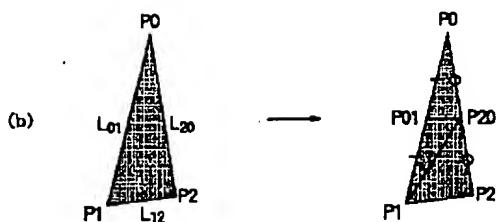
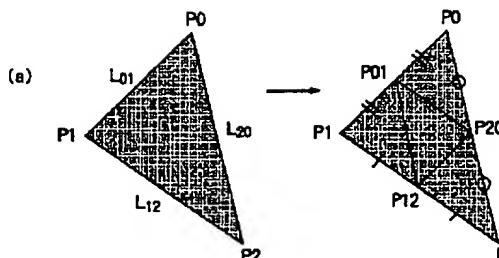
【図4】



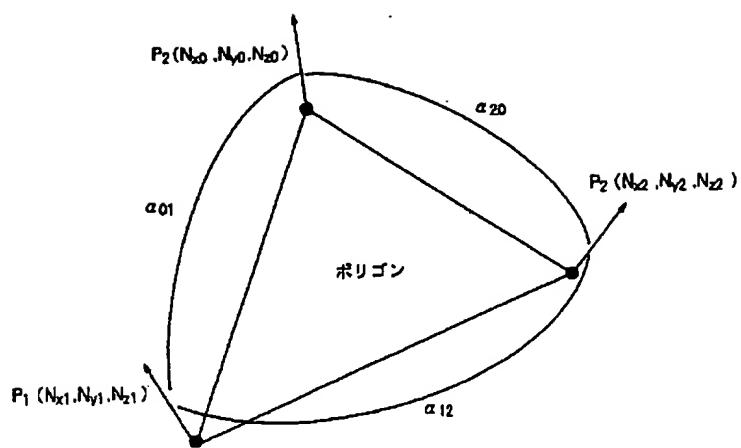
【図3】



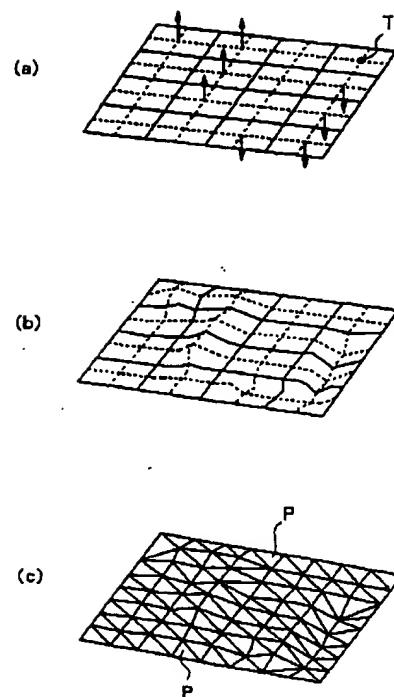
【図5】



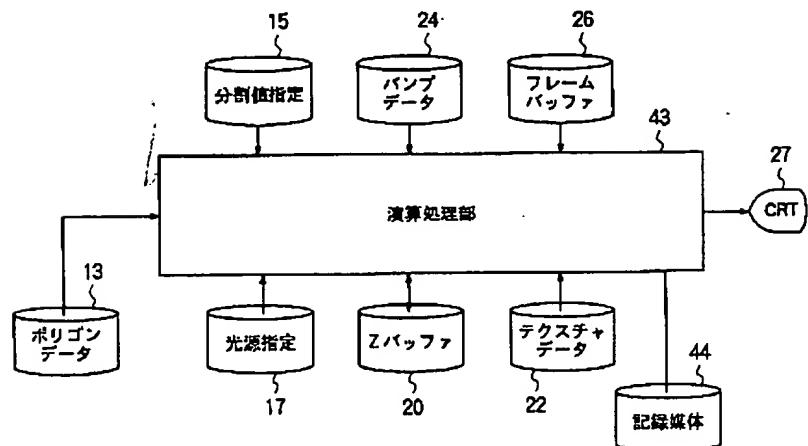
【図7】



【図9】



【図8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成10年12月7日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のポリゴンの集合で近似した3次元物体を座標変換する座標変換手段と、前記座標変換手段からの変換データに基づいて各ポリゴンの状態を判定し、座標変換したポリゴンにおけるいかれか一辺の長さが一定値以上であるときに該ポリゴンを更に分割するポリゴン分割手段と、3次元物体に光が照射された状態における前記分割ポリゴンの各頂点の輝度を算出する輝度算出手段と、前記輝度算出手段で算出された輝度データを含む画像情報を従って3次元画像を画面表示する表示制御手段とを

備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】前記表示制御手段は、拡大／縮小計算したバンプマッピングアドレスに対応するバンプデータを備えるバンプデータ格納部と、色データを含むテクスチャデータを備えるテクスチャデータ格納部と、前記分割ポリゴンの表面における各輝度、前記バンプデータ及びテクスチャデータに基づいて、ポリゴン表面におけるバンプを表現するデータを生成するデータ生成手段とを備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】前記ポリゴン分割手段は、座標変換したポリゴンの各辺の長さのX、Y、Z成分中の最大値を所定の基準値と比較し、長さが該基準値を超えた場合に一定条件が満足したと判定することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】前記ポリゴン分割手段は、ポリゴンの各

頂点が接する面における法線ベクトルを平均し、その平均単位法線ベクトル相互間の角度要素を算出して所定の基準値と比較し、角度要素が該基準値を超えた場合に一定条件が満足したと判定することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記表示制御手段が、ポリゴン分割を含む各種処理手順をプログラム化して記録した記録媒体を備え、前記座標変換手段、前記ポリゴン分割手段及び前記輝度算出手段が、前記記録媒体から読み込まれる処理プログラムに従って処理を実行することを特徴とする請求項1乃至4の内の何れか1項に記載の画像処理装置。

【請求項6】 複数のポリゴンの集合で近似した3次元物体を座標変換する座標変換処理と、前記座標変換処理による変換データに基づいて各ポリゴンの状態を判定し、座標変換したポリゴンにおけるいずれか一辺の長さが一定値以上であるときに該ポリゴンを

更に分割するポリゴン分割処理と、3次元物体に光が照射された状態における前記分割ポリゴンの各頂点の輝度を算出する輝度算出処理と、前記輝度算出処理で算出された輝度データを含む画像情報に従って3次元画像を画面表示する表示制御処理とを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項7】 前記表示制御処理は、所定の補間を施したポリゴン内のピクセルデータにおけるテクスチャマッピングアドレスに、対応するテクスチャデータを貼り付けるテクスチャマッピング処理と、バンプの拡大／縮小計算を行ってから、バンプマッピングアドレスに対応するバンプデータを読み取り、強弱計算を行ってピクセルの輝度を揺らすバンプマッピング処理とをこの順に含むことを特徴とする請求項6に記載の画像処理方法。